

基于网络的用户侧电能质量监测仪设计

王 宾,潘贞存

(山东大学电气工程学院,山东 济南 250061)

摘要: 直接影响用户的电能质量问题主要出现在配电系统和低压侧,而目前的电能质量监测系统主要是基于中、高压系统侧来考虑的或者是简单的手持式监测仪,均不能满足普通用户的监测要求。本文分析了与普通用户密切相关的电能质量指标,指出从墙上电源插座采集电压信号,就可以完全掌握普通用户的电能质量状况,在此基础上提出了基于普通用户侧的电能质量监测仪的思路,探讨了相关的网络结构和关键技术方法。

关键词: 电能质量监测; 网络; 普通用户

中图分类号: TM73 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2004)01-0049-04

0 引言

电能质量监测是获得电能质量信息的直接途径。以前,关注电能质量问题的主要是系统工程师以及相关的技术人员,然而随着社会的快速发展,越来越多的低压普通用户开始关注电能质量问题,如:IT行业公司关心其计算机服务器能否正常工作(若电压幅值下降大于10%,持续时间大于0.1s,其系统有可能紊乱),而且直接影响用户的电能质量问题主要出现在配电系统和低压侧^[1],因此有必要从普通用户的角度,来重新认识电能质量监测的相关技术和装置。

目前的电能质量监测装置主要分两大类:分布式电能质量监测系统以及手持式电能质量监测仪。前者主要是基于系统侧来考虑,分布于各个变电站和关键用户接入点处的电能质量监测单元通过通信网络连接成一个有机的整体,共同完成整个电网的电能质量分析^[2,3]。这种监测方式功能完备,可以完成整个电网的电能质量各项指标分析、谐波污染源的定位、暂态电压质量持续监测等功能,但是成本高,缺乏灵活性。手持式电能质量监测仪,如莱姆(LEM)、福禄克(FLUKE)等系列仪表,它们操作灵活方便,可以实时监测电能质量各项指标,但是无法完成数据的横向比较以及统计性指标的分析,特别是对暂态电能质量指标的统计,不能满足测量要求,必须发展新的监测技术。

本文分析了与普通用户密切相关的电能质量指标,在兼顾测量灵活性和功能完备性的基础上,提出了基于网络的普通用户侧电能质量监测仪的思路,探讨了相关的网络结构和关键技术方法。

1 电能质量监测仪结构分析

电能质量问题可以分为电压质量问题和电流质量问题两部分。实际供电过程中,系统可以控制的仅仅为用户电压,无法控制用户汲取的电流。因此与用户密切相关的电能质量指标主要为电压指标,如:电压波动、闪变、电压跌落、骤升、短时断电等。电流质量问题主要为谐波问题,它在一定程度上也可以在电压谐波中得到反映。因此对于普通用户而言,从墙上电源插座引入输入量,仅仅采集相关的电压信号,就可以完整地描述其电能质量状况。

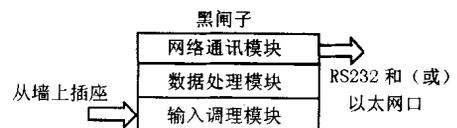


图1 基于网络的用户侧电能质量监测仪结构

Fig. 1 Configuration of customer power quality monitor based on network technology

在实际应用中,对用户而言,电能质量监测仪可以假想为一个黑匣子,如图1,它具有的仅仅是一端输入和一端输出。输入可以直接从墙上的普通电源插座采集电压信号,输出为一个以太网口和(或)一个RS232接口。这样,用户只需插上电源插座,然后就可以通过以太网查看监测数据和分析结果,或者通过RS232串口总线实现点对点的本地监测。这种监测方式操作灵活方便,而且采用这种方式组成的监测网是一种完全分布式的监测系统,可以很好地完成不同监测点的数据横向比较以及统计性指标的分析。

2 基于用户侧的电能质量监测仪组网结构分析

2.1 点对点监测方式

点对点监测包括两种方式:采用 RS232 串口总线实现点对点的本地数据传输以及基于以太网通信的远程点对点监测。

采用 RS232 串口总线实现点对点数据监测,适合现场的数据观察。它成本低,仅仅需要一台笔记本电脑或 PC 机与监测单元相连,就可以实现数据的监测分析,而且灵活方便,只要墙上有电源的地方就可以监测。数据的分析统计由安装在笔记本电脑或 PC 机上的上层软件包完成,它可以完成对本监测点实时数据、历史数据的存储和处理,但是缺乏不同监测点间数据的横向分析。

基于以太网通信的远程点对点监测,与基于 RS232 串口数据通信的点对点监测类似,它们的数据处理方式相同,只不过是数据传输的方式不同。基于以太网通信的点对点监测更适用于远方数据监测,但是这种方式对网络的依赖性比较高,在以太网未普及的地方,这种方式的成本将大大地增加。

2.2 分布式以太网监测系统

利用现有以太网(因特网)的丰富资源,组建以太网分布式监测系统是一种成本低、可靠性高、快捷的技术方案。基于客户/服务器模式的分布式以太网监测系统,不仅可以实现远方数据监测,而且可以借助电能质量分析服务器和数据库服务器,实现较高层次的数据分析和存储,系统拓扑图如图 2 所示。

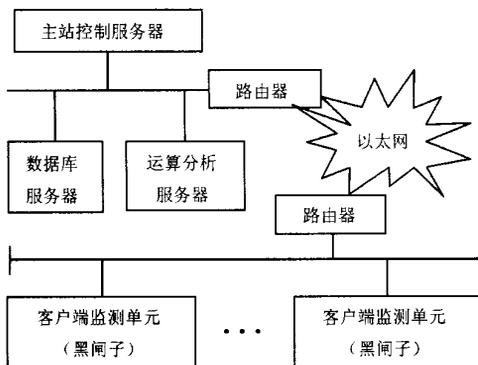


图 2 电能质量监测系统拓扑图

Fig. 2 Topology diagram of power quality monitoring system

在以太网监测系统方式下,客户端监测单元软件主要响应远程服务器的命令,将带有时间标签的采样数据进行压缩后上传到远程服务器端。

服务器系统包括主站控制服务器、数据库服务器和运算分析服务器。主站控制服务器提供 WWW 方式的页面浏览服务,可进行用户实时数据显示、用户信息查询以及反馈分析结果给用户。实时数据、历史数据存放在数据库服务器。各种计算软件包在运算分析服务器中运行,它通过访问数据库服务器,获得设计数据和运行数据,并将计算结果反馈给主站控制服务器。

3 电能质量监测仪硬件设计要求

如图 1,电能质量监测仪内部主要由四部分组成:输入调理模块、数据处理模块、网络通讯模块以及电源模块。

3.1 输入调理模块

输入调理模块的关键技术在于对 220 V 电压信号的精确采集。传统的电压传感器采用电磁型互感器,其设计时仅仅考虑精确传递 50 Hz 的标准正弦波,因此电磁型互感器二次侧很难真实反应一次侧待测电压电能质量指标。

基于霍尔原理的霍尔电压传感器克服了电磁型互感器只适用于 50 Hz 工频测量的缺点,它具有如下的特点^[4]:

- 可测量任意波形的电压,可以对瞬态峰值参数进行精确的测量;
- 精度高,在工作区内优于 1%,而普通互感器精度一般为 3%~5%;
- 线性度优于 0.1%;
- 动态性能好,响应时间小于 1 μ s,普通互感器的动态响应时间一般为 10~20 μ s;
- 工作频带宽,可在 0~100 kHz 内线性工作;
- 过载能力强,可靠性高,不会因此发生爆炸或烧毁;
- 尺寸小,重量轻,易于安装。

如图 3,霍尔电压传感器只需外接正、负直流电源,被测电压母线只需接于原边端子,然后在副边端再作一些简单的连接即可完成主电路与控制电路的隔离检测,电路设计非常简单。

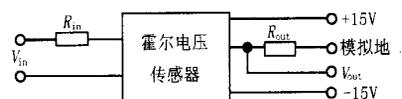


图 3 霍尔电压传感器接线

Fig. 3 Connection of Hall voltage sensor

3.2 数据处理模块

为了精确测量电网中高次谐波值以及对暂态电能质量指标进行实时测量,必须保证较高的采样频率,在扰动发生过程中(如:陡波前瞬态过电压)采样频率要求达到兆级。传统的 51、80C196 等单片机的指令周期最多能够达到 160 ns,一条指令执行时间最短为 1 μ s,很难满足数据处理的要求。

数字信号处理(DSP)技术的快速发展,为电能质量数据处理提供了理想的方案。高性能的数字信号处理器采用改进的哈佛结构,指令运行采用流水线结构,其指令周期可以达到 20~30 ns,可以保证足够高的采样率,从而实现了高精度的同步数据采集处理。

电力系统中高次谐波以及暂态电能质量指标的测量对模数转换芯片的要求非常高。根据实测数据,如果采用 12 位分辨率的模数转换芯片,仅仅因为 AD 转换精度不够,对 15 次谐波而言至少会引起 1.67% 的误差,而且在实际谐波测量中我们一般测到 30 次谐波以上,这样产生的误差影响会更大,高次谐波测量数据将没有可信性。因此电能质量监测仪中模数转换器的分辨率至少应保证为 14 位以上。

此外,在数据处理模块中,必须具有大容量数据存储(如 Flash)、掉电不丢失数据 RAM 以及时钟芯片(如 DS12887)等,保证实时监测数据的存储记忆以及墙上插座断电状态下供电可靠性指标的监测。

3.3 网络通讯模块

网络通讯模块主要实现 RS232 通讯和以太网通讯两部分功能。这两种通讯方式可以组合使用也可以单选其一。RS232 通讯是传统的串口通讯方式,它设计简单、应用普及率高、成本低,在这里就不详细介绍。

目前,利用现有以太网(因特网)的丰富资源,组建以太网分布式测控系统是一种成本低、可靠性高、快捷的技术方案,组建以太网分布式测控系统的关键设备是以太网测控网关。结合本套系统的特点,它的组成方式可以采用以下两种方式:

第一种是利用单片机驱动以太网接口芯片组成以太网测控网关。这种组合方式可以分为两种情况^[5,6]:单片机直接驱动以太网接口芯片(如 UM9003、RTL8019、RTL8029、DM9008 等)和单片机驱动以太网卡(如 ISA 总线网卡 RTL8019AS、NOVEIL 公司的 NE2000 网卡等)。它们的实质是一样的,只不过是单片机与以太网控制器接口方式不同罢了。采用这种方式灵活性很强、成本低,但是

开发周期较长、需要程序员较好地掌握网络接口和 TCP/IP 等相关的通讯协议。

第二种是直接利用单片机驱动硬件协议栈芯片或者采用带有硬件协议栈功能的高级单片机,然后通过内置 Modem 来连接 Internet。典型应用有武汉力源公司开发的网络接口芯片 webship PS2000 以及 PSM2000ACD 网络模块、S7600ATCP/IP 硬件协议栈芯片、UBICOM 公司生产的 SX 系列单片机 SX52BD100 等等^[7,8]。这种方式采用硬件实现网络通讯协议的转换,大大地降低了软件编程的难度,但是这种方案仍然具有开发周期较长、成本较高的难度。

在基于网络的用户侧电能质量监测系统中,低成本、使用灵活是它普及的前提,因此结合本套系统的特点,网络通讯模块的设计中建议使用第一种以太网网关组成方式,采用一片 DSP 芯片作为数据处理的主 CPU,它可以直接驱动以太网接口芯片,也可以采用一片普通单片机(如 51 系列等)通过双口 RAM 与 DSP 实时通讯,然后由单片机来驱动以太网接口芯片,如图 4 所示。随着电子技术的快速发展,硬件协议栈芯片或者嵌入硬件协议栈功能的高级单片机技术的成熟和普及,采用第二种以太网网关组成方式将是未来的发展方向。

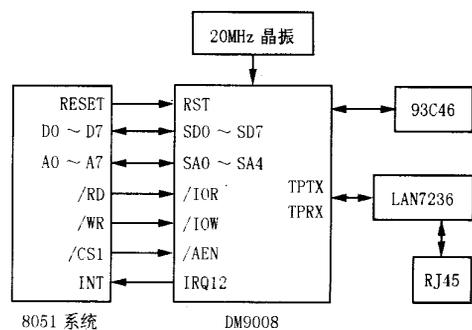


图 4 MCU8051 与 DM9008 网络控制器接口电路框图

Fig. 4 Interface circuit between MCU8051 and network controller DM9008

3.4 电源模块

正常情况下,基于网络的用户侧电能质量监测仪,从墙上的电源插座采集电压信号,同时也输入 220 V 交流电源,为整个装置的电源模块供电。在突然断电的情况下,电能质量监测仪的工作性质决定其必须正常工作。

因此,在本系统中,我们作了如下的设计:正常情况下,电源模块由 220 V 交流电源供电;在突然断电的情况下,监测系统由电池继续供电,同时监测仪进入低耗状态,仅仅进行数据监测和存储,并不对外

通讯;同时为了保证监测仪在电压跌落时可靠地工作,在数据处理模块电源入口处,增加大容量电容进行暂态电压支撑。

4 上层软件设计分析

基于网络的用户侧电能质量监测仪上层软件,不仅要能够完成大量快速的数据计算和统计,同时还应具有友好的人机交互能力。在这里主要讨论,支持点对点数据监测的PC机上层软件包,具体的来讲,它应当具有以下四部分功能:

a. 实时数据显示

实时显示电压信号频谱图,以及基波幅值、谐波幅值、谐波总畸变率、频率、电压波动值、短期闪变值、长期闪变值、暂态过电压峰值等指数。

b. 数据统计分析

计算指定时段的报表数据,如:谐波的复平均值、谐波最大值等;统计分析相关数据的概率分布曲线和参数,如:电压跌落和供电可靠性的统计指数值等。

c. 波形辨识功能

对监测数据,利用小波分析、二次变换、傅立叶变换、有效值检测以及人工智能等技术,完成扰动的智能辨识分类、谐波源的检测与定位等功能,给用户电能质量指标恶化提供合理的解释和指导。

d. 数据记录功能

完成不同时段监测数据的管理分类,提供故障录波功能,以及历史数据的查询功能。

5 结论

本文分析了与普通用户密切相关的电能质量指标,指出从普通的墙上电源插座采集电压信号,就可以完全掌握用户的电能质量状况。在此基础上提出了基于网络的用户侧电能质量监测仪的思路,探讨了监测仪的结构和关键技术方法。这种监测方式灵活,采用以太网方式组成的监测网是一种完全分布式的监测系统,它适应现代电能质量监测发展的新方向。但是这种监测装置的使用和普及将会受到相关电力政策的影响,比如电力市场的发展水平以及社会和电力系统对电能质量监测的认可等。

参考文献:

[1] Koval D O, Hughes M B. Frequency of Voltage Sags at In-

dustrial and Commercial Sites in Canada[A]. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 1996. 26 - 29.

- [2] 王宾,潘贞存,赵建国,等(WANG Bin, PAN Zhen-cun, ZHAO Jiang-guo, et al). 电能质量监测数据的同步处理与装置的设计(Data Synchronous Processing and Device on the Monitoring of Electric Power Quality)[J]. 电力系统自动化(Automation of Electric Power Systems), 2002, 26(11): 45 - 49.
- [3] Lee R P K, Lai L L, Tse N. A Web-based Multi-channel Power Quality monitoring System for a Large Network [A]. Power System Management and Control Conference IEE, 2002. 112-117.
- [4] 吴金宏,倪向阳,吴昊(WU Jin-hong, NI Xiang-yang, WU Hao). 霍尔电流电压传感器/变送器模块的性能及应用(Performance and Application of Hall Current-voltage Sensor/ Transducer)[J]. 国外电子元件(International Electronic Elements), 2001, (1): 12-15.
- [5] 葛永明,林继宝(GE Yong-ming, LIN Ji-bao). 嵌入式系统以太网接口的设计(Design of Ethernet Interface with Embedded System)[J]. 电子技术应用(Application of Electronic Technique), 2002, 28(3): 25-27.
- [6] 刘国福,张妃,廖巍(LIU Guo-fu, ZHANG Qi, LIAO Wei). DSP与以太网卡的接口技术研究(Research of Interface between DSP Chip and Ethernet Network Card)[M]. 电子技术应用(Application of Electronic Technique), 2001, 27(1): 59-61.
- [7] 李燕青,于振生(LI Yan-qing, YU Zhen-sheng). 基于S7600A的嵌入式系统Internet接入方案(Scheme of Entry into Internet for Embedded System Based on S7600A)[J]. 电子技术应用(Application of Electronic Technique), 2002, 28(4): 23-25.
- [8] 许华杰,明健(XU Hua-jie, MING Jian). 基于SX单片机实现Webserver和网络协议栈(Realization of Webserver and Network Protocol Stack Based on SX Microprocessor Control Unit)[J]. 单片机与嵌入式系统应用(Microcontrollers & Embedded Systems), 2001, 1(11): 5-9.

收稿日期: 2003-02-27

作者简介:

王宾(1978-),男,博士研究生,研究方向为电力系统继电保护、电能质量监测、分析等;

潘贞存(1962-),男,博士生导师,教授,研究方向为电力系统继电保护等。

可视化继电保护整定综合软件的数据库管理

梅慧兰¹, 胡志坚¹, 陈允平¹, 曾军²

(1. 武汉大学电气工程学院, 湖北 武汉 430072; 2. 宜昌供电局调度通信分局, 湖北 宜昌 443000)

摘要: 目前的继电保护整定软件虽然计算功能比较完善, 但多在复杂电网数据建模、数据组织和管理、数据格式的兼容性、定值文件输出的直观性、通用性及与其它相关软件的数据共享和集成等方面存在一定不足, 给软件开发者和用户造成诸多不便。本文介绍了在 Visual Basic 6.0 的开发环境下, 结合关系型数据库系统 Microsoft Access 可视化管理继电保护整定计算各种原始参数信息及保护定值的方法, 文中论述了该方法的具体实现方案, 并指出了其应用于电力系统继电保护领域的前景及实用价值。

关键词: 数据库管理; 可视化; 继电保护; 整定计算; 定值

中图分类号: TM77 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2004)01-0053-04

0 引言

计算机技术的引入和迅猛发展, 有效地提高了继电保护整定计算的功效和精度^[1]。随着电力系统规模的日益扩大和继电保护技术的迅速发展, 继电保护整定软件中数据管理的任务越来越繁重, 突出表现在电网参数管理、保护配置管理以及保护定值管理上。系统运行方式的改变、设备检修、新设备的投运等, 都会引起保护配置和定值的改变, 数据量庞大且维护工作枯燥、复杂, 容易出错。在继电保护整定软件的使用过程中, 用户除了对软件的运行速度、计算精度、可靠性和准确性等提出要求外, 越来越对软件中数据库组织和管理的科学性、直观性以及可维护性等提出了更高的要求, 这就要求软件开发人员开发出数据管理功能更加强大、先进的综合应用软件, 以适应电力系统应用的需要。

在整定计算软件新的发展方向的指引下, 作者利用面向对象程序设计工具 VB 6.0 与关系型数据库系统 Access 的紧密结合, 运用可视化编程技术和模块化设计思想, 成功开发出满足用户需求的数据

库管理功能强大的可视化整定综合软件。软件的数据库管理具有通用性、直观性和用户可维护性等特点, 采用图形与文本相统一的可视化数据维护方式, 能与各电网现有数据库直接兼容, 亦能实现与其他相关软件的数据共享。数据信息的表示符合用户使用习惯, 易于理解。可以极大地缩短对使用人员的培训时间, 减轻运行管理人员的工作量, 还为电力系统的安全、正常运行创造了条件。

本课题是我院与宜昌供电局调度通信分局联合科研项目(即为宜昌电网开发一套可视化整定计算综合软件)的一部分。其中数据库管理一方面是整个计算软件的基础, 另一方面又是一个相对独立的部分, 具有较强的灵活性和通用性, 为电网基本参数、网络图形数据、系统运行方式信息、计算过程数据的管理和维护提供服务, 同时也提供了一个易与原来手工方式衔接的定值管理系统。本文结合作者在编制该软件的过程中开发数据库管理系统的实际经验, 拟对继电保护整定综合软件中数据库管理的设计方案及其应用价值略陈一孔之见。

Design of customer power quality monitor based on network technology

WANG Bin, PAN Zhencun

(Dept. of Electrical Engineering, Shandong University, Jinan 250061, China)

Abstract: Main power quality (PQ) problems influencing customers directly emerge in distribution system or at low voltage sides in power systems. But up to the present, most practical PQ monitors are either located at high or medium voltage sides or simply portable instruments. Both of the current conditions can not fulfill the PQ monitoring requirements of common customers. After analysing correlative PQ indices to common customers, the paper points out that the whole PQ level could be enhanced through the collection and analysis of voltage signal in electrical outlet. Finally idea of PQ monitoring fit for common customers is proposed and the network configuration and key technology are discussed.

Key words: power quality monitoring; network; common customers